

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04305304 A**

(43) Date of publication of application: **28.10.92**

(51) Int. Cl. **B21B 37/00**  
**B21B 37/00**  
**B21B 37/00**  
**G05B 13/02**

(21) Application number: **03091242**

(22) Date of filing: **29.03.91**

(71) Applicant: **NISSHIN STEEL CO LTD**

(72) Inventor: **NARAHARA HIROSHI**  
**MATSUMOTO KENICHI**  
**SHIGA YUKINARI**

**(54) METHOD FOR CONTROLLING CAMBER IN HOT ROLLING MILL**

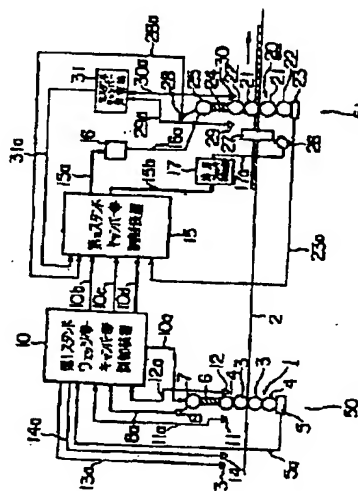
**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To control chamber by moving a rolled stock in the width direction with edger rolls of a hot rolling mill.

**CONSTITUTION:** In a rolling line which is arranged with a 1st rolling equipment which is provided with a 1st stand in which a rolling load measuring means and roll gap adjusting means are provided, means for measuring the temp. and thickness of rolled stock which are provided on the inlet side of the 1st stand and means for detecting the position in the width direction of the rolled stock arranged on the inlet and outlet sides of a (n-1)th stand, and an n-th rolling equipment which is provided with a position detecting means which is provided on the inlet and outlet sides of an n-th stand provided with a rolling lead measuring means and roll gap adjusting means; feed forward control that is implemented with the edger rolls so as to correct the camber of the rolled stock by calculating wedge ratio, camber ratio and temp. difference in the width direction of the rolled stock from the measured value of the 1st rolling equipment and feedback control that the position of the edger rolls is adjusted so as to correct chamber by calculating camber by the position

ion the width direction of the rolled stock on the inlet and outlet sides of the n-th rolling mill are involved.

**COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio**



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-305304

(43)公開日 平成4年(1992)10月28日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

B 2 1 B 37/00

識別記号

1 1 9

B B J

1 2 2

庁内整理番号

7728-4E

8315-4E

Q 9131-3H

F I

技術表示箇所

G 0 5 B 13/02

審査請求 未請求 請求項の数2(全 8 頁)

(21)出願番号

特願平3-91242

(22)出願日

平成3年(1991)3月29日

(71)出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72)発明者 橋原 寛

広島県呉市昭和町11番1号 日新製鋼株式  
会社呉製鉄所内

(72)発明者 松本 謙一

広島県呉市昭和町11番1号 日新製鋼株式  
会社呉製鉄所内

(72)発明者 志賀 幸成

広島県呉市昭和町11番1号 日新製鋼株式  
会社呉製鉄所内

(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

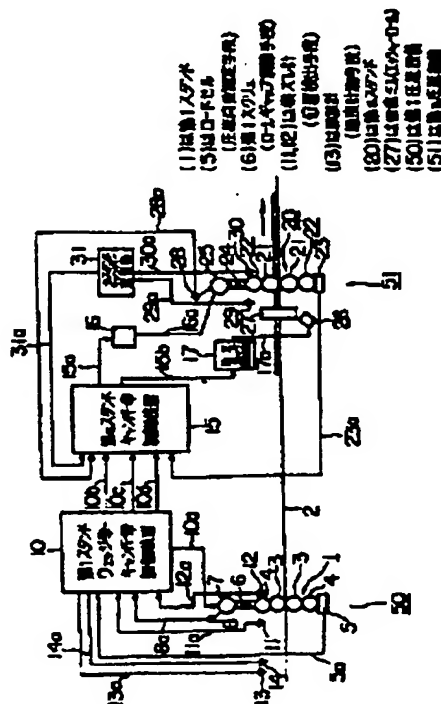
(54)【発明の名称】 熱間圧延機におけるキャンパー制御方法

(57)【要約】

(修正有)

【目的】熱間圧延機でエッジャーロールによって圧延材を幅方向に移動させることによるキャンパー制御方法。

【構成】圧延荷重測定手段とロールギャップ調節手段とを設けた第1スタンドと、第1スタンドの入側に設けられた圧延材の温度計測手段と板厚計測手段と、第n-1スタンドの入出側に圧延材の幅方向の位置検出手段とを設けた第1圧延設備と、圧延荷重手段とロールギャップ調節手段とを設けた第nスタンド入出側に位置検出手段とを設けた第n圧延設備とを配設した圧延ラインにおいて、第1圧延設備の計測値から圧延材のウェッジ率、キャンパー率、幅方向の温度差を演算し、圧延材のキャンパーを修正するようエッジャーロールによって調整するフィードフォワード制御と第n圧延材の入出側の圧延材の幅方向の位置によりキャンパーを演算し、キャンパーを修正するようにエッジャーロールの位置を調整するフィードバック制御とを含む方法。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも圧延荷重測定手段(5)とロールギャップ調節手段(6)とを設けた第1スタンド(1)と、該第1スタンド(1)の入側に設けられた圧延材の温度計測手段(14)と板厚計測手段(13)と、該第n-1スタンド(1)の入出側に圧延材の幅方向の位置を検出する位置検出手段(11, 12)とを設けた第1圧延設備(50)と、少なくとも圧延荷重測定手段とロールギャップ調節手段とを設けた第nスタンド(20)の入側に圧延材を板幅方向に移動するエッジャーロール(27)を設け、かつ、該第nスタンド(20)の入出側に圧延材の幅方向の位置を検出する位置検出手段(29, 30)とを設けた第n圧延設備(51)とを配設した圧延ラインにおいて、第1圧延設備で計測した圧延材の厚みや温度、圧延材の幅方向の位置、圧延荷重、ロールギャップとから圧延材のウェッジ率やキャンパー率及び幅方向の温度差を演算し、これらの値によって圧延材のキャンパーを修正するよう圧延材の幅方向のセンターと圧延機のセンターとの位置関係を前記エッジャーロールによって調整するフィードフォワード制御と第n圧延機の入出側の圧延材の幅方向の位置によってキャンパーを演算し、この値からキャンパーを修正するよう前記エッジャーロールの位置を調整するフィードバック制御とを含むことを特徴とする熱間圧延機におけるキャンパー制御方法。

【請求項2】 前記第1圧延設備で計測した圧延材の厚みや温度、圧延材の幅方向の位置、圧延荷重、ロールギャップとから圧延材のウェッジ率やキャンパー率及び幅方向の温度差を演算し、これらの値によって圧延材のキャンパーを修正するよう第1圧延機のロールレベルを調整すると共に圧延材の幅方向のセンターと第n圧延機のセンターとの位置関係を第n圧延設備のエッジャーロールによって調整するフィードフォワード制御と、第n圧延機の入出側の圧延材の幅方向の位置によってキャンパーを演算し、この値からキャンパーを修正するよう前記エッジャーロールの位置を調整するフィードバック制御とと共に第n圧延機のロールレベルを調整することとを特徴とする請求項1記載の熱間圧延機におけるキャンパー制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱間圧延機におけるキャンパー制御方法に関し、特にエッジャーロール（圧延材の幅を修正する堅型ロールをいう。）によって圧延材を幅方向に移動させることによってキャンパーを修正する制御方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、一般に熱間圧延ラインでの粗圧延設備は、圧延荷重計やロールギャップ調節装置を設けた粗圧延機と、前記粗圧延機の入側に設けた一対のエッジャーロールによって構成され、該粗圧延機によって厚み

2

250mmのスラブを20～40mmの帯鋼に圧延している。この粗圧延機に設けられているロールギャップ調整装置は、圧延材が所定の板厚になるよう上下ロールのギャップ調整や、上下ロールのレベルを調整（レベリングともいう。）する機能がある。また、一対のエッジャーロールはロール間隔を調整して圧延材の幅をコントロールするために設けられている。粗圧延機で圧延されるスラブは加熱炉によって所定温度に加熱されるが、そのスラブは幅方向に均一に加熱されたものや、加熱条件やスラブの装入状態等によって幅方向に温度偏差が生じたものなどがある。

【0003】上述のようなスラブは圧延機とエッジャーロールによって所定厚み・幅に圧延されるが、スラブの形状・温度または圧延条件等によって、その鋼帯（以下圧延材という。）にはキャンパー（曲がり）やウェッジ等が生じるときがある。従来は、このように発生したキャンパーは、ロールのレベルを調整（レベリング）することによって修正している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述のように発生するキャンパーやウェッジはレベリングだけでは全ての形状を修正することは困難であり、次のような課題が存在していた。例えば、

(1) 幅方向に温度差があるスラブを圧延した場合、図2に示すように、幅方向に温度差があるスラブを圧延する場合、WS（ワークサイド）とDS（ドライブサイド）とのロールレベルを調整することによってある程度、キャンパーや蛇行を修正することが可能であっても、この温度差が長手方向に均一とは限らず、加熱炉でのスラブ装入状態等によって、スラブ内で高温部がWS側やDS側に変化することもあり、単にレベリング調整だけで修正することは不可能である。

(2) キャンパーがある圧延材を圧延する場合、前段の圧延機でキャンパーが生じた圧延材を後段の圧延機で圧延する場合、ロールに噛み込まれる前記圧延材の進入角度は変わるので、これによってキャンパーが益々助長され、従来のレベリング調整だけでは対応できなくなる。

(3) 板厚偏差（ウェッジ）がある圧延材を圧延する場合、レベリング調整でウェッジ率を変えずに出側キャンパーを修正することは理論的に可能であるが、コイル内でウェッジ率やその偏差方向が変わると、応答性の遅い電動圧下装置では対応できず、応答性の優れた油圧圧下装置を設けた圧延機が必要となる。

(4) 圧延機のセンターと圧延材の幅センターとにズレ（オフセンターという。）が生じた場合、このようにオフセンターがあると左右の圧下率に差が生じキャンパーが発生する場合がある。この様なとき、従来のエッジャーロールの機能（従来は、幅を調整するためのみにエッジャーロールを設け、単にロール間隔を調整する機能だけであって、圧延材全体を幅方向に移動させる機能はない。）

では圧延材を幅方向に移動させることによってオフセンターを修正することは不可能であった。又、レベリング調整だけでキャンバーを修正することもできない。

(5) ワークロールの摩擦係数の差がWS側とDS側とで生じた場合、ロールの摩擦係数が長手方向に差があると、圧延材は横ずれしキャンバーが発生する。このよう\*

$$\rho_o = \frac{\rho_i}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda^2} \times \frac{\omega_i}{V_i} - \frac{\omega_o}{V_o} \dots (1)$$

但し、 $\rho_o$ ：出側キャンバー

$\rho_i$ ：入側キャンバー

$\lambda^2$ ：板伸び

$\omega_o$ ：出側角速度

$\omega_i$ ：入側角速度

$V_i$ ：入側バー速度

$V_o$ ：出側バー速度

$$\lambda = \frac{V_o}{V_i} \dots (2)$$

但し、 $\frac{\rho_i}{\lambda^2}$ の項は、入側キャンバーによる進入角度変化による出側キャンバーへの影響

$\frac{1}{\lambda^2} \cdot \frac{\omega_i}{V_i}$ の項は、入側角速度変化と出側キャンバーとの関係

$\frac{\omega_o}{V_o}$ の項は、出側角速度変化と出側キャンバーとの関係を各々表わしている。

の(1)式で表すことができる。

【0005】本発明は、以上のような課題を解決するためになされたもので、特に、前述の(1)式に示した現象理論に基づき、従来のレベリング調整によってキャンバーを修正する方法以外に、キャンバー率等を演算しつつ圧延材を幅方向に移動させることにより、キャンバーを修正するようにした熱間圧延機におけるキャンバー制御方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による熱間圧延機におけるキャンバー制御方法は、少なくとも圧延荷重測定手段とロールギャップ調節手段とを設けた第1スタンドと、該第1スタンドの入側に設けられた圧延材の温度計測手段と板厚計測手段と、該第n-1スタンドの入出側に圧延材の幅方向の位置を検出する位置検出手段とを設けた第1圧延設備と、少なくとも圧延荷重測定手段とロールギャップ調節手段とを設けた第nスタンドの入側に圧延材を板幅方向に移動するエッジャーロールを設け、かつ、該第nスタンドの入出側に圧延材の幅方向の位置を検出する位置検出手段とを設けた第n圧延設備と

\*なときはロール替えを行うことによって対応していた。以上のような条件でキャンバーが発生するのであるが、この現象を示す一般理論式を、図2の温度偏差の場合に基づき説明する。すなわち、出側キャンバー $\rho_o$ は、次の

【数1】

を配設した圧延ラインにおいて、第1圧延設備で計測した圧延材の厚みや温度、圧延材の幅方向の位置、圧延荷重、ロールギャップとから圧延材のウェッジ率やキャンバー率及び幅方向の温度差を演算し、これらの値によって圧延材のキャンバーを修正するよう圧延材の幅方向のセンターと圧延機のセンターとの位置関係を前記エッジャーロールによって調整するフィードフォワード制御と第n圧延機の入出側の圧延材の幅方向の位置によってキャンバーを演算し、この値からキャンバーを修正するよう前記エッジャーロールの位置を調整するフィードバック制御とを含む方法である。

【0007】さらに詳細には、前記第1圧延設備で計測した圧延材の厚みや温度、圧延材の幅方向の位置、圧延荷重、ロールギャップとから圧延材のウェッジ率やキャンバー率及び幅方向の温度差を演算し、これらの値によって圧延材のキャンバーを修正するよう第1圧延機のロールレベルを調整すると共に圧延材の幅方向のセンターと第n圧延機のセンターとの位置関係を第n圧延設備のエッジャーロールによって調整するフィードフォワード制御と、第n圧延機の入出側の圧延材の幅方向の位置に

5

よってキャンバーを演算し、この値からキャンバーを修正するように前記エッジロールの位置を調整するフィードバック制御と共に第 $n$ 圧延機のロールレベルを調整する方法である。

【0008】

【作用】本発明による熱間圧延機におけるキャンバー制御方法においては、第 $n-1$ 圧延設備で計測した圧延材の厚みや温度、圧延材の幅方向の位置、圧延荷重、ロールギャップとから圧延材のウェッジ率やキャンバー率及び幅方向の温度差を演算し、これらの値から圧延材のキャンバーを修正するよう圧延材の幅方向のセンターと圧延機のセンターとの位置関係をフィードフォワード制御を介して前記エッジロールによって調整すると共に、第 $n$ 圧延機の入出側の圧延材の幅方向の位置によってキャンバーを演算し、この値からキャンバーを修正するように前記エッジロールの位置をフィードバック制御によって調整することにより、キャンバーを制御することができる。なお、前述のエッジロールを制御する手段と従来のレベリングによる調整方法とを併用することによって、より効果的にキャンバーを修正することができる。

【0009】

【実施例】以下、図面と共に本発明による熱間圧延機におけるキャンバー制御方法の好適な実施例について詳細に説明する。図1から図14迄は本発明による熱間圧延機におけるキャンバー制御方法を示すもので、図1は熱間圧延機を示す構成図、図2、5、8、11、13は圧延状態を示す平面構成図、図3、4、6、7、9、10、12、14、15は圧延材(板)を示す断面図である。

【0010】図1において、符号1で示されるものは第1圧延設備50をなす第1スタンドであり、この第1スタンド1は、圧延材2を圧延する一対の第1水平ミル3、一対の中間ロール4、圧延荷重測定手段であるロードセル5、ロールギャップ調節手段である第1スクリュ6、第1圧下7から構成され、前記第1圧下7の第1レベリング検出器8からの第1レベリング検出信号8aは第1スタンドウェッジ率・キャンバー率制御装置10に入力されている。

【0011】前記第1ロードセル5からの第1荷重信号5a、前記第1スタンド1の両側に設けられた第1入側横ズレ計11及び出側横ズレ計12(圧延材2の幅方向の位置を検出する位置検出手段をなす)からの第1入側横ズレ信号11a及び第1出側横ズレ信号12aは前記第1スタンドウェッジ率・キャンバー率制御装置10に入力されている。

【0012】また、前記第1入側横ズレ計11の上流側に設けられた板厚計測手段であるウェッジ計13及び温度計測手段である測温計14からのウェッジ信号13a及び測温信号14aは、前記第1スタンドウェッジ率・

6

キャンバー率制御装置10に入力されていると共に、この制御装置10からの第1スタンドレベリング修正信号10aが前記第1圧下7に入力されている。

【0013】前記制御装置10からの入側ウェッジ率10b、入側キャンバー率10c、入側幅方向温度差10dは、第 $n$ スタンドキャンバー率制御装置15に入力されており、この制御装置15からのレベリング信号15a及び第 $n$ キャンバー制御信号15bは、レベリング装置16及び油圧ジャッキ制御部17に各々入力されている。

【0014】次に、符号20で示されるものは、第 $n$ 圧延設備51をなす第 $n$ スタンドであり、この第 $n$ スタンド20は、圧延材2を圧延する一対の第2水平ミル21、一対の中間ロール22、第 $n$ ロードセル23、第 $n$ スクリュ24及び第 $n$ 圧下25とから構成され、この第 $n$ スタンド20の上流側には、垂直ミル油圧ジャッキ26により作動するエッジロールとしての一対の垂直ミル27(図では1個のみ開示)が配設され、この垂直ミル油圧ジャッキ26には前記油圧ジャッキ制御部17からのジャッキ制御信号17aが供給されている。

【0015】前記第 $n$ 圧下25には、前記レベリング装置16からのレベル制御信号16aが入力され、この第 $n$ 圧下25に接続された第 $n$ レベリング検出器28からの第 $n$ レベリング検出信号28aが第 $n$ スタンドキャンバー率制御装置15に入力され、前記第 $n$ スタンド水平ミル20の両側位置には、入側横ズレ計29及び出側横ズレ計30(幅方向の位置を検出する位置検出装置をなす)が配設されている。

【0016】前記各横ズレ計29、30の入側横ズレ信号29a及び出側横ズレ信号30aは、第 $n$ スタンドキャンバー演算器31に入力され、この第 $n$ スタンドキャンバー演算器31の演算信号31aは、前記第 $n$ スタンドキャンバー率制御装置15に入力されていると共に、前記ロードセル23からの第2荷重信号23aも前記第 $n$ スタンドキャンバー率制御装置15に入力されている。

【0017】次に、前述の構成の熱間圧延機を用いてキャンバー制御を行う場合について説明する。

【0018】(実施例1) まず、幅方向に温度差があるスラブよりなる圧延材2を圧延する場合、図2に示すように、高温側(DS)が低温側(WS)より伸び、低温側(WS)に曲がりキャンバーが生じる。しかし、エッジロールである垂直ミル27によって圧延材2を幅方向に移動させることにより、次のような作用でキャンバーを修正することができる。前記低温側(WS)と高温側(DS)の先進率 $f_w$ 、 $f_d$ 、後進率 $g_w$ 、 $g_d$ 、入側・出側のキャンバー、角速度、バー速度を各々 $\rho_i$ 、 $\rho_o$ 、 $\omega_i$ 、 $\omega_o$ 、 $V_i$ 、 $V_o$ とし、入側の低温側(WS)と高温側(DS)の後方長力を $T_w$ 、 $T_d$ 、板幅を $W$ とすると、周知のごとく、入出側のキャンバーと角速度の

7

間に数1の(1)式の関係が成立する。

【0019】

【数1】

$$\frac{Wi}{Vi} = \frac{1}{W} \cdot \frac{gdf}{1-g} = \frac{1}{W} \cdot \frac{1}{1-g} \left\{ \frac{\partial g}{\partial h_o} \cdot h_o \cdot df + \frac{\partial g}{\partial h_i} \cdot h_i \cdot df + \frac{\partial f}{\partial T} \times T \cdot df \right\} \dots (3)$$

但し、 $gdf = gd - gw$

$g$  : 平均後進率

$h_o$  : 出側板厚

$h_i$  : 入側板厚

$T$  : 後方張力

$h_o df = h_o d - h_o w$

$h_i df = h_i d - h_i w$

$T df = T d - T w$

【0021】今、次の圧延状態を考えると

入側ウェッジゼロ  $\Rightarrow h_i df = 0, \omega_o = 0$

入側キャンパーゼロ  $\Rightarrow \rho_i = 0$

$T w = T d$

幅方向温度差  $WS < DS$

前述の(1)式より次の数3の(4)式を得る。

【0022】

【数3】

$$\rho_o = \frac{1}{\lambda^2} \cdot \frac{\omega_i}{Vi} - \frac{\omega_o}{V_o} \dots (4)$$

【0023】また、同上圧延状態で前述の(2)式より、次の数4の(5)式を得る。

【0024】

【数4】

$$\frac{\omega_i}{Vi} = \frac{1}{W} \cdot \frac{1}{1-g} \cdot \frac{\partial g}{\partial h_o} \cdot h_o \cdot df \dots (5)$$

【0025】ここで、(5)式を(4)式に代入すると、次の数5の(6)式を得る。

【0026】

【数5】

$$\rho_o = \frac{1}{\lambda^2} \cdot \frac{1}{W} \cdot \frac{1}{1-g} \left\{ \frac{\partial g}{\partial h_o} \cdot h_o \cdot df + \frac{\partial f}{\partial T} \cdot T \cdot df \right\} - \frac{\omega_o}{V_o} = 0 \dots (7)$$

【0030】また、エッジャーによる入側オフセンターを保ち、定常状態において、ロールバイト部のオフセンターが $\Delta x$ となる。この時、

$$h_o df = A S df + B \Delta x + C P df \dots (8)$$

但し、 $S df$ はWS、DSのスクリー位置差。

次に、(8)式の $S df = 0$ より

$$h_o df = B \Delta x + C P df = 0 \text{ となる。}$$

即ち、 $\Delta x = (C/B) P df$ の状態を作り出すことにより、(7)式の $\partial g / \partial h_o \cdot h_o \cdot df = 0$ 、 $\partial g / \partial h_i \cdot h_i \cdot df = 0$ 、 $\partial f / \partial T \cdot T \cdot df = 0$ となり、 $\rho_o = 0$ の状態での圧延が可能となる。すなわち、エッジャーによるオフセン

8

\*【0020】また、次の数2の(2)式が得られる。

【数2】

\*

$$\rho_o = \frac{1}{\lambda^2} \cdot \frac{1}{W} \cdot \frac{1}{1-g} \cdot \frac{\partial g}{\partial h_o} \cdot h_o \cdot df - \frac{\omega_o}{V_o} \dots (6)$$

【0027】従って、前述の(6)式より、幅方向温度差による変形抵抗の差より発生する出側ウェッジ $h_o df$ に比例したキャンパー $\rho_o$ が発生する。ここで $h_o w > h_o d$ のため、

圧下率 $r$ は $r w < r d$

先進率 $f w < f d$

後進率 $g w < g d$

となり、キャンパーはWS側へ曲がり、入側もWS側へ傾き、WS側へ $\Delta x$ の蛇行を生じる。

【0028】このキャンパーを零とする方法として、入側エッジャーによりミルセンターと圧延材2の板センターを変える方法について述べる。まず、エッジャーをミルセンターに対し、 $\Delta x$ だけDS側へオフセンター状態とする。この時、前述の $T w$ は引張り、 $T d$ は圧縮張力となり、次の数6の(7)式が成り立つ $\Delta x$ が存在し、これにより出側キャンパーをゼロとすることができる。

【0029】

【数6】

※

ター制御により、過渡期(図5)、定常域(図8)共に、WS、DSの幅方向温度差によるキャンパー及び蛇行を防止することができる。

【0031】(実施例2)キャンパーがある圧延材を圧延する場合、圧延材がすでにキャンパーが生じていると、ロールに噛み込まれる圧延材の進入角が変化し、出側ではキャンパーが益々助長される。しかし、エッジャーロールによって圧延材を幅方向に移動させると、次の様な作用でキャンパー修正することができる。

【0032】数1の(1)式の中の $\rho_i / \lambda^2$ で決まる $\rho_o$ が発生する。この場合従来のアクチュエータでは進入角を

制御することは困難であったが、上流で検出されたキャンバーのバー長手方向の値を記憶し、 $\rho_i$ の変化による進入角変化分エッジのオフセンター量をフィードフォワード制御する。当該スタンド横ズレ計によりロールバイト位置が一定となるようにエッジオフセンター量のフィードバック制御を行う。前述の各方法で入側キャンバーの出側キャンバーへの影響を除去することができる。

【0033】（実施例3）板厚偏差（ウェッジ）が生じている圧延材を圧延する場合、図11のように入側のウェッジがDS側の厚大のときは、圧延材WS側に曲がりキャンバーが生じる。

圧下率  $r_w < r_d$

先進率  $f_w < f_d$

後進率  $g_w < g_d$

となり、板はWS側に曲がり又、WS側に蛇行する又、出側のウェッジはDS厚大となる。しかし、図13のようにエッジロールをDS側幅方向に移動させると、次の様な作用でキャンバーを修正することができる。エッジアジャスト幅方向の制御によりオフセンター $\Delta x$ たげズラして $f_w = f_d$ 、 $g_w = g_d$ 状態で制御することができる又、バー内でのウェッジの変化においてもそれに\*

$$Pdf = \frac{\partial P}{\partial b_i} \cdot b_i df + \frac{\partial P}{\partial b_o} \cdot b_o df + \frac{\partial P}{\partial T} T \alpha f \quad \dots (10)$$

【0036】（実施例5）ワークロールのWSとDSに摩擦係数が生じた場合、摩擦係数に差が生じると、キャンバーが発生しロール替えを行っていた。しかし、エッジロールを幅方向に移動させると、次の数8の(11)式※

$$b_o df = \frac{1}{-M \cdot Q} \cdot \frac{\partial P}{\partial \mu} \mu df \quad \dots (11)$$

ここで、M : スタンドミル定数

Q : 板の塑性係数

$\frac{\partial P}{\partial \mu}$  : 摩擦係数 $\mu$ の圧延反力Pに対する影響係数

$\mu df$  : ワークロール幅方向のWS、DSの摩擦係数 $\mu$ の差

$b_o df$  : ワークロール幅方向のWS、DSの出側板厚の差

$\mu df$ の変化分 $b_o df$ が発生、出側にキャンバーが発生する。入出側に設けた横ズレ計29、30により出側のキャンバーを実測し、 $\rho_o$ が零となるようにエッジアジャストの幅方向の制御を行う。以上のように数種の例について説明したが、実操業においては、これらの異なった現象が複合して発生する。従って、最も効果的な制御方法としては、温度、キャンバー、ウェッジ等を検出し、演算（予測）しながら、従来のレベルリング調整と共に、新たにエッジロールをフィードフォワード制御とフィードバック制御によって移動させキャンバーを修正することができる。

\* 応じて $\Delta x$ の量を制御することにより、上記制御が可能である。この場合、出側の素材ウェッジを修正することはできないが、ウェッジは許容して最も圧延の障害となるキャンバー防止を優先して制御することができる。

【0034】（実施例4）圧延機のセンターと圧延材の幅センターとにズレ（オフセンターという。）が生じている場合、オフセンターを持った状態で、圧延材をロールに噛み込ませると、左右の圧下率（レベル）に差が生じ、キャンバーが発生する。しかし、エッジロールを幅方向に移動させると、次の様な作用でキャンバーを修正することができる。

$$b_o df = A S df + B \Delta x + C Pdf \quad \dots (9)$$

(9)式の $\Delta x$ 分 $b_o df$ を生じ先進率、後進率変化分キャンバー、蛇行が発生する。この場合、従来のアクチュエーターでは制御困難であったが、入側の横ズレ計29により最先端よりオフセンター $\Delta x = 0$ とするようにエッジアジャストのオフセンター量の制御を行うことにより出側キャンバー、蛇行を防止することができる。但し、前述のPdfは数7の(10)式となる。

【0035】

【数7】

※の様な作用でキャンバーを修正することができる。

【0037】

【数8】

【0038】

【発明の効果】本発明による熱間圧延ラインにおけるキャンバー制御方法は、以上のように構成されているため、次のような効果を得ることができる。すなわち、キャンバー率やウェッジ率等を演算し、エッジロールを幅方向に移動させてオフセンター量を調整するので、圧延材のキャンバーを効果的に修正することができる。これによって、圧延材の安定通板が可能になり、キャンバーによるミスロールがなくなり、歩留まり向上や操業率向上等が可能になった。

50 【図面の簡単な説明】

11

12

【図1】本発明による熱間圧延機を示すブロック構成図である。

【図2】非制御状態を示す平面図である。

【図3】図2のA部の板の断面図である。

【図4】図2のB部の板の断面図である。

【図5】制御開始状態を示す平面図である。

【図6】図5のA部の板の断面図である。

【図7】図5のB部の板の断面図である。

【図8】定常状態を示す平面図である。

【図9】図8のA部の断面図である。

【図10】図8のB部の断面図である。

【図11】制御状態を示す平面図である。

【図12】図11のB部の断面図である。

【図13】制御状態を示す平面図である。

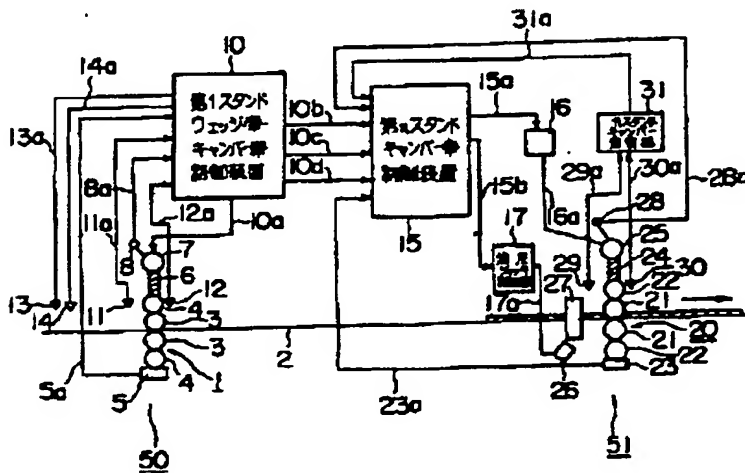
【図14】図13のA部の断面図である。

【図15】図13のB部の断面図である。

【符号の説明】

- |    |                      |
|----|----------------------|
| 1  | 第1スタンド               |
| 5  | ロードセル (圧延荷重測定手段)     |
| 6  | 第1スクリュ (ロールギャップ調節手段) |
| 11 | 横ズレ計 (位置検出手段)        |
| 12 | 横ズレ計 (位置検出手段)        |
| 13 | ウェッジ計 (板厚計測手段)       |
| 14 | 測温計 (温度計測手段)         |
| 20 | 第nスタンド               |
| 27 | 垂直ミル (エッジャーロール)      |
| 50 | 第1圧延設備               |
| 51 | 第n圧延設備               |

【図1】



【図3】



【図10】

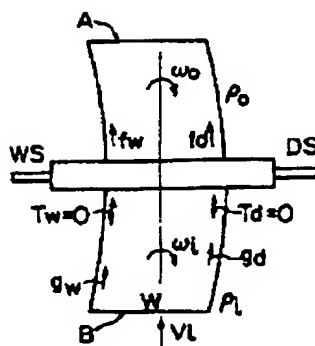


【図12】



- (1)は第1スタンド  
(5)はロードセル  
(圧延荷重測定手段)  
(6)第1スクリュ  
(ロールギャップ調節手段)  
(11,12)は横ズレ計  
(位置検出手段)  
(13)はウェッジ計  
(温度計測手段)  
(20)は第nスタンド  
(27)は垂直ミル(エッジャーロール)  
(50)は第1圧延設備  
(51)は第n圧延設備

【図2】



(非制御状態)  
温度  $WS < DS$

【図6】

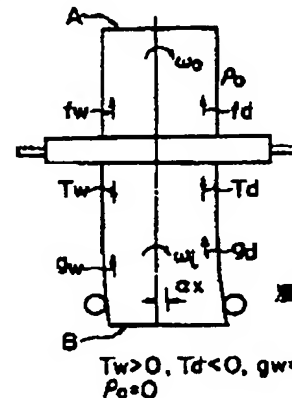
【図7】

【図9】

【図4】



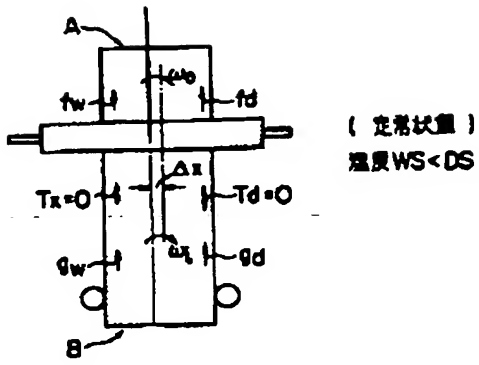
【図5】



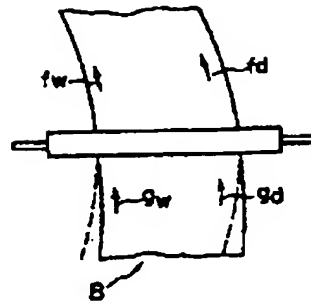
制御開始  
(過渡期)  
温度  $WS < DS$   
 $Tw > 0, Td < 0, gw = gd, fw = fd, w0 = w1 = 0$   
 $P0 = 0$



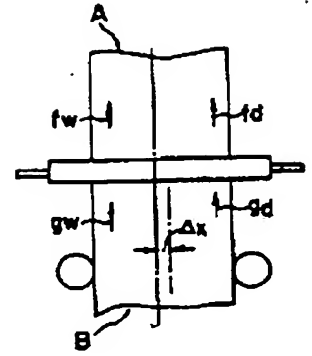
【図8】



【図11】



【図13】



【図14】



【図15】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**